

BÍRÁLAT

Jurij Sidor

Crystallographic aspects of microstructure evolution in polycrystalline Al systems/ Szövetszerkezet kialakulásának kristálytani aspektusai polikristályos Al rendszerekben

című értekezéséről, amellyel az MTA doktora tudományos cím elnyerésére pályázik

Jurij Sidor (a továbbiakban: Pályázó) a benyújtott MTA doktori értekezésében polikristályos FKK (felületen középpontos köbös) fémekben, elsősorban alumíniumban képlékenyalakítás és újrakristályosodás során végbemenő kristálytani változásokat elemez, matematikai modellekkel és kísérletekkel vizsgálja e változások jellemzőit és meghatározó paramétereit. A dolgozat 107 számozott oldalból áll, 8 fejezetre és egy 135 tételből álló irodalomjegyzékre tagozódik. A hivatkozott források közül 34 a szerző saját publikációi közül kerül ki, melyek zömében rangos folyóiratokban jelentek meg. A saját publikációk közül 23-ban a Pályázó első szerzőként szerepel.

Az értekezésben közölt eredmények egy nagyívű kutatói pálya összegzését mutatják be, amelynek során a Pályázó korszerű elméleti és kísérleti eszközökkel közelít meg egy fontos, sokat és sokak által kutatott, mégis számtalan fehér foltot tartalmazó tudományos tématerületet, így az értekezés, és ezen keresztül a kutatási munka témaválasztásának korszerűsége és fontossága megkérdőjelezhetetlen.

Az értekezés stílusa eltér a megszokottól, ugyanis nem tartalmaz egy jól elkülöníthető szakirodalmi áttekintést, hanem egy rövid textúra-összefoglaló (7 oldal) után rögtön a munka eredményeinek ismertetésére tér át. Megjegyzendő, hogy ebben a 7 oldalban is szerepel olyan állítás (első olvasatra a szakirodalom részeként), amit később a Pályázó saját eredményként a tézisek között ismertet (a β -szál pontos kristálytani leírása). Véleményem szerint ez a rendkívül fontos és jól publikált eredmény méltatlanul kevés helyet kapott az értekezésben. Kérdésem ezzel kapcsolatban:

1. Hogyan jött ki ez a formula (3.10. összefüggés)?

A kutatómunka eredményeinek részletes bemutatása a 4., 5. és 6. fejezetben olvasható. A 4. fejezetben a Pályázó részletesen ismerteti a képlékenyalakításnak a textúrára gyakorolt hatását modellező számítási eljárásokat. Először bemutatja azokat a kristályképlékenységi modelleket, amelyek különböző módon veszik figyelembe a szemcsék közötti kölcsönhatásokat (kölcsönhatás nélküli, rövid-, közép- és hosszútávú kölcsönhatás). Ezek a modellek a Taylor, az Alamel (vagy A-Lamel), a ClusterV és a VPSC modell.

A 4.1.2. fejezetben a Pályázó ismerteti azokat a kontinuummechanikai számítási modelleket, amelyek eredményeit az előbb említett kristályképlékenységi modellek használják fel. Bemutatja az SGM (simple geometric model), a PSC (plain strain compression) eljárásokat, majd rátér az FLM (flow line modeling) ismertetésére. Ez egy anyagáramlási modell, amelyet a Pályázó dolgozott ki és publikált. Sajnos az értekezésben ennek ismertetése is kicsit hiányos, nem lehet megérteni a témában írt cikkek alapos átolvasása nélkül. Az FLM-modellnek megvan az az előnye, és ezt a Pályázó meg is mutatja, hogy a végesesemes (FEM) számításoknál lényegesen rövidebb futási idők mellett kielégítő pontossággal modellezi a hengerlési folyamatot. Az FLM módszer validálásánál a Pályázó részletesen leírja a modellben szereplő α és n paraméterek meghatározását. Ezzel kapcsolatban két kérdést fogalmaztam meg:

2. Mi az α és az n paraméter jelentése, megfogalmazható-e ez valamilyen fizikai tartalom segítségével, vagy csak matematikai segédmennyiségek?

3. A 4.17-19. egyenletekben felsorolt paraméterek (22 db) hogyan, miből kerültek meghatározásra?

A 4.2. fejezetben a Pályázó a klasszikus szimmetrikus hengerlés hatását vizsgálja a textúra kialakulására. Elemzi az eddig bemutatott számítási modellek használhatóságát, alkalmazva a textúra index fogalmát, mint a modellezés egyfajta jósági mérőszámát. A hengerlési textúra mélységi eloszlását is vizsgálja egy, a TD síkban készített EBSD-mérés alapján (hengerlés előtti lágy állapotban, illetve hengerlés után). A 4.2.2. fejezetben a lemez vastagsága mentén átlagos textúrákkal számol, illetve ezt modellezi, a 4.2.3. fejezetben pedig a lemezvastagságot 3 részre osztja, figyelembe véve a kiindulási lemez vastagság menti textúra-inhomogenitását és a hengerlés hatásának mélységfüggését. Kérdésem:

4. Vajon ettől eltérő eredményre számíthatnánk-e akkor, ha az ND síkon végeznénk az EBSD-méréseket úgy, hogy az előző mérésnél meghatározott három réteg vastagságának megfelelő anyagmennyiséget eltávolítanánk az ND síkról, és így haladnánk (rétegenként) a középső réteg felé?

Az 5. fejezetben az újrakristályosodási textúra kialakulását vizsgálja a Pályázó. Érdekes szemcseszerkezet figyelhető meg az Al-2.8Mg ötvözet újrakristályosodása után, amikor az újrakristályosító hőkezelés rendkívül rövid idejű, mindössze 4 másodperc, az előzetes hideghengerlés során elért vastagságcsökkenés viszont jelentős, 85%, 96,9% és 99,1% (5.3. ábra). Az 5.3. ábrán megfigyelhető, hogy a kisebb alakítás után egyfajta bimodális szemcseszerkezet jött létre (kicsi és nagy szemcsék), a nagyobb alakításoknál ez az inhomogenitás kevésbé, vagy egyáltalán nem figyelhető meg. Az ábrából nem látszik, hogy ez a részleges újrakristályosodásnak az eredménye, de feltételezhető, hogy igen. Kérdésem ezzel kapcsolatban:

5. Van-e kimutatható különbség az aprószemcsés és a durvább szemcsés tartományok textúrája között?

Ebben a fejezetben a Pályázó ismerteti az általa kidolgozott új újrakristályosodási modellt, amelyet kísérleti eredményekkel validál.

A 6. fejezetben a Lankford-szám változását vizsgálja a Pályázó a textúra függvényében. Megállapítja, hogy az r -érték (Lankford szám) szorosan korrelál a végső lágyítási folyamat során kialakult textúrával.

A 7. fejezet pontokba szedve összefoglalja az értekezésben ismertetett tudományos kutatómunka eredményeit, a 8. fejezetben a Pályázó ismerteti új tudományos téziseit.

Az 1. és 4. tézis felírási módja szokatlan, nem felel meg a tézisekkel szembeni általános elvárásoknak. Általánosan elfogadott nézet, hogy a tézis egy önállóan értelmezhető tudományos állítás, és nem a tézist megfogalmazó kutatónak a tézis eredményeinek elérése érdekében kifejtett erőfeszítésének a bemutatása. A 2., 3. és 5. tézis megfogalmazása formailag megfelelő. E véleményem fenntartása mellett a tézisekről a következő a véleményem.

Az 1. tézisben a Pályázó elmondja, hogy megalkotott egy precíz krisztallográfiai leírást a β -szál leírására. A dolgozatban a végeredmény valóban olvasható, de ennek előzménye, származtatása, levezetése egy saját publikációra való hivatkozás formájában jelenik csak meg. Ezzel kapcsolatban egy kérdést tettem fel (1. kérdés), *a tézist e kérdés megválaszolója esetén tudom elfogadni.*

A 2. tézis állítása szerint a Pályázó különböző kristályképlékenységi modelleket tesztelt különböző módon alakított alumínium ötvözetekre, és e tesztek közül fontos és új megállapításokat fogalmazott meg. *A tézist új tudományos eredménynek elfogadom.*

A 3. tézisben hagyományosan és nem konvencionális technológiákkal hengerelt alumínium ötvözetekben vizsgálta az alakítási textúra kialakulását, e vizsgálatokból fontos és új megállapításokat fogalmazott meg. *A tézist új tudományos eredménynek elfogadom.*

A 4. tézis kimondja, hogy a Pályázó kidolgozott egy új újrakristályosodási modellt, majd megállapítja, hogy az újrakristályosodási textúra mely tényezők figyelembevételével szimulálhatók megfelelő pontossággal. *A tézist új tudományos eredménynek elfogadom.*

Az 5. tézisben a Pályázó megállapítja, hogy az r -érték (Lankford szám) szorosan korrelál a végső lágyítási folyamat során kialakult textúrával, majd bemutatja az egyes modellezési paraméterek hatását az R -érték eloszlására. *A tézist új tudományos eredménynek elfogadom.*

Összefoglalva: Jurij Sidor értekezése egy nagy volumenű és gondosan kivitelezett kutatómunka eredményeit mutatja be szisztematikus módon. A közölt tézisek közül négyet elfogadtam, egynek az elfogadását kérdés megválaszolásához kötöttem. Javasolom az értekezés nyilvános vitára bocsátását.

Budapest, 2021. május 3.

Szabó Péter János
az MTA doktora